

LED 栽培用照明の潜在的な 環境保全力を引き出す循環型設計

クレイグ・プライス

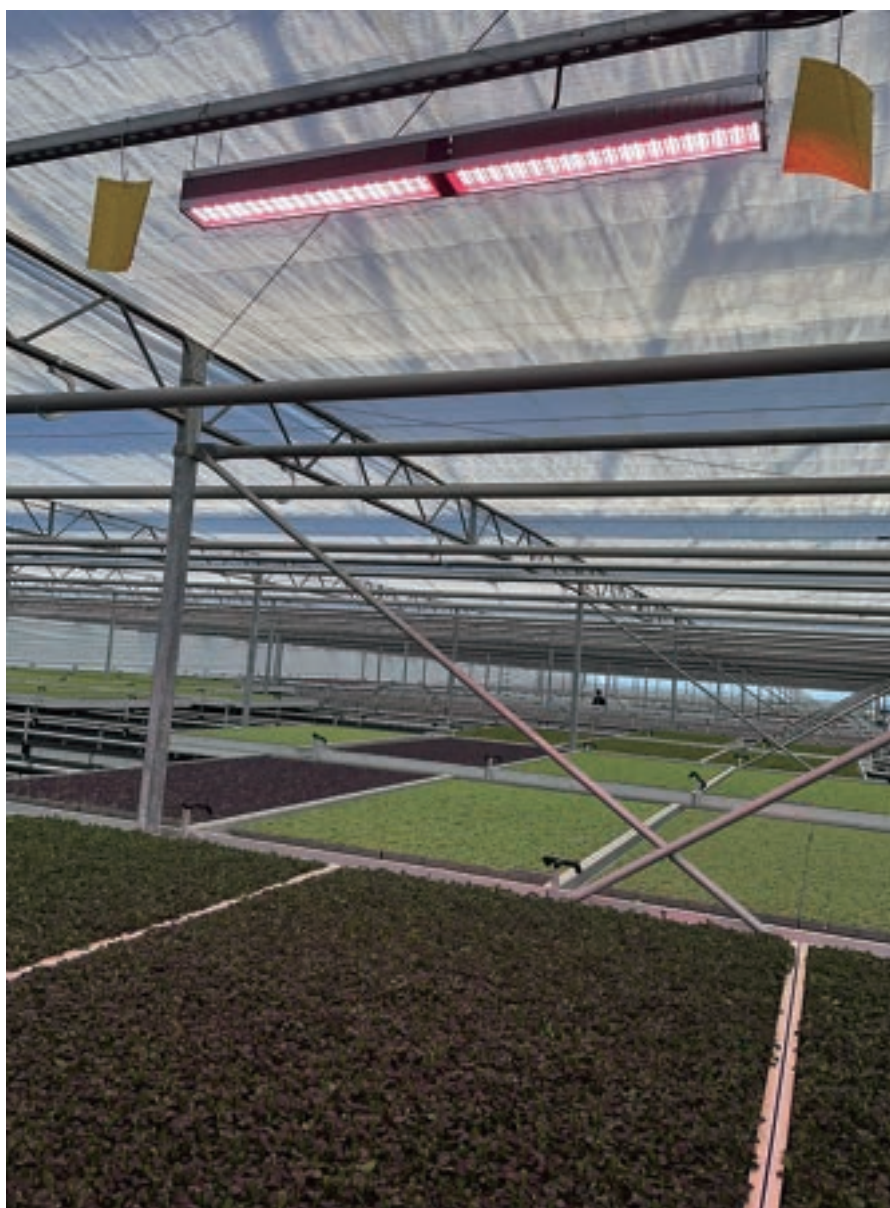
モジュール式のパーツと再利用またはリサイクル可能な材料に、インテリジェントな電子機器を組み合わせることにより、CEA 照明の持続可能性レベルを高めることができる。

屋内農業は、世界の食料危機と気候危機に対する実行可能な解決策として支持されている。環境制御型農業（Controlled Environment Agriculture：CEA）で重要な役割を担う LED 栽培用照明は、長期的な運用／資本コストの削減、エネルギー効率の改善、耐用期間の延長など、複数のメリットを栽培業者にもたらす。しかし業界は、持続可能性（サステナビリティ）と循環性をさらに高める栽培用製品の設計にも注力する必要があると、著者が現在在籍する、英ライト・サイエンス・テクノロジーズ社（Light Sciences Technology：LST）の創業者で、最高経営責任者（CEO）のサイモン・ディーコン氏（Simon Deacon）は主張している。

循環経済とそのメリット

アムステルダムを拠点とする蘭サークル・エコノミー社（Circle Economy）が発表した Circularity Gap Report 2022（サーキュラリティ・ギャップ報告書 2022 年版）によると、循環経済（サーキュラーエコノミー）の世界経済に占める割合は 8.6% だという（世界経済の 8.6% しか循環していないことを意味する）。2018 年には、この数値は 9.1% だった。

循環経済は新しい概念ではないが、気候変動、埋め立てゴミ、資源抽出と



持続可能な環境制御型農業（CEA）を実現するために、LED 照明器具を使用し、環境的耐久性を持たせて、光組成を工夫する以外に、リサイクル可能な材料を使用して、コンポーネントが交換可能な照明器具を採用することができる。それは、栽培業者の ROI の向上にもつながる（本稿の写真はすべて、LST 社提供）



細長いこのLED栽培用照明は、20年以上の耐久性を備える筐体で構築されている。LEDとドライバの基板は現場で交換可能であるため、保守と設備の費用が抑えられ、廃棄物の量も削減される

資源不足など、懸念が高まる問題に対する解決策となるものである。循環経済は、エネルギーの使用量と支出額の削減にもつながり、新市場参入のための資本を解放して、業界や企業が安定した持続的なサプライチェーンを確保できるように支援する効果がある。リサイクル、堆肥化、再製造によって資源を再利用することにより、企業はその価値を自社の収支に還元することができる。

大局的に見れば、循環経済をサポートすることは、資源の最適化と、世界の原料消費量の削減につながる。

循環型照明に向けた業界の取り組み

LED照明業界全体でメーカーや研究機関は、LEDソリューションの目的をエネルギー効率だけでなく、製品設計において循環経済を優先することにま

で拡大しようと、材料イノベーションを追求している。1つのイノベーションが、再生可能なポリカーボネートで材料とする照明器具の3Dプリントである。それらの照明器具は、一般的に塗装されておらず、部品やネジの数が少ない。3Dプリントで製造された照明器具のカーボンフットプリント(CO₂排出量)は、材料、製造、物流を含めて、従来の同等製品よりも50%~75%低い。あるメーカーは、自社の標準製品と比べてプラスチックの使用量を重量で約94%削減したLEDパネルを発売している。パネルの耐用年数を延長するために、ライトエンジンとドライバを含むモジュールは、配線や工具なしで交換可能となっている。古いモジュールは、同社に返品すれば新しいモジュールとしてリサイクルされる。

2021年9月、電気電子機器廃棄物指令(Waste Electrical and Electronic Equip-

ment[WEEE] Directive) EC2002/94に基づく、循環経済に関連する規格と法律を採用するためのリソースが、欧州の照明メーカーに提供された。英国では、照明業界のWEEEコンプライアンス計画を運用するRecolightが、照明業界における循環経済の推進を支援するサービスを統括している。Recolightはサービスの一環として、照明メーカーが循環性を念頭に設計を行い、任意及び必須の新規仕様を把握できるように支援する、トレーニングワークショップを提供している。また、メーカーの準拠レベルを認証する、CIBSE TM66規格「Creating a circular economy in the lighting industry」(照明業界における循環経済の構築)の認知度促進にも努めている。

屋内農業

持続可能性と循環経済を尊重するビ

ジネスモデルの適用は、CEA業界とバリューチェーンにメリットをもたらす可能性がある。温室栽培、垂直農業、ビニールハウスを含む、屋内農業は、より持続可能な食料システムの必要性に応えるものだが、それに使われる製品も、持続可能性をサポートする必要がある。LED栽培用照明の最近の進歩によって、その材料のリサイクルと再利用が可能になったことは、環境に優しいイノベーションにおける大きな前進である。

一般的に、LED栽培用照明は5年ごとに交換され、埋め立てゴミとして廃棄される。この問題を解決するために、LST社は、モジュール式の照明ソリューションの開発に着手した。統合型設計と分離技術を採用する「NurturGROW」は、コンポーネントの交換が可能である。低／中／高出力の線形のトップライトとインターライトを組み合わせて、44種類もの形状が構成可能な、モジュール式設計のこの照明器具により、栽培業者は、それぞれの作物、栽培面積、エネルギーの要件に対して最適な $\mu\text{mol}/\text{J}$ が得られるように、照明を設置することができる。NurturGROWは、本体内部が交換可能であるため、栽培業者は、ユニット設備や本体を交換することなく、照明を更新、変更、再構成することができる。

最近追加された細長い (slimline) パージョンは、垂直／都市農園、コンテナ、研究センターなど、閉じた栽培施設で温度や湿度を制御しながら複数階層で栽培を行うアプリケーションに対応する。高さは低く、長さはカスタマイズ可能で、最適な栽培空間と最大 $2.8\mu\text{mol}$ の効率を提供する。

NurturGROWの照明ソリューションは、内部コア、LEDとドライバを搭載するプリント回路基板 (PCB)、外

部ケース、射出成形のエンドキャップという、4つのコンポーネントで構成されている。4つすべてのパーツがリサイクル可能で、耐用期間を終えたときにLST社に返品すれば、新製品としてリサイクルされる。

製品の耐用期間中に、栽培業者は各照明器具の85%を再利用することができる。次のアプリケーションに向けて照明器具を調整する作業は現場で行うことができるため、最小限のダウンタイムでのアップグレードが可能である。ドライバとLEDのPCBをアップグレードするだけで、エネルギー効率に優れた最新技術を採用することができる。NurturGROWは最大25年間再利用できるように製造されているため、LST社の社内調査によると、リサイクル不可能な製品を使用する、他のLED栽培用照明ブランドと比べて、100トン以上の埋め立てゴミを削減することができるという。

NurturGROWはその設計と、特許取得済みのPCBアーキテクチャにより、LST社の「SensorGROW」を搭載できるようになっている。SensorGROWは、オールインワンの栽培インテリジェンスツールで、栽培業者は、取得データを使用して光出力を調整し、作物の成長を最適化することができる。SensorGROWは、定義ゾーンにおける大気中と根域の主要パラメータを測定することにより、エネルギー、水分、養分など、その他の資源の使用量を抑えて、作物収量の最適化を図る。

持続可能な事業投資

長期的な視点で、屋内農業の運用コ

ストと資本コストのバランスを図ることが重要である。照明は、垂直農業の初期設定コストの最大30%、運用コストの25%以上を占める可能性がある。LED照明器具は、少ないエネルギーで高い光品質を提供するため、将来のコストを最大で1/3削減することができる。垂直農業の投資回収期間は約7年であるため、設備コストの削減は重要である。

各栽培業者の作物と栽培面積に合ったLED栽培用照明技術に投資することは、必ずしもコストの増加を意味するものではない。より少ない資源でより多くの作物を収穫できるようにすることで、栽培業者の投資利益率 (ROI) を高める可能性も秘めている。

より少ない資源で より多くの作物を収穫

アグテック (AgTech) が目指すのは、作物収量の増加と、使用する土地とエネルギーの減少だけではない。真の持続可能性を実現するために、製品と材料のポートフォリオを見直すことが、業界に求められる。照明は、屋内農業の1つの側面にすぎない。アグテックのイノベーターは、この製品カテゴリーだけでなく、栽培を構成するその他のカテゴリーについても、どうすれば栽培のカーボンフットプリントを削減して循環経済をサポートできるかを、考察する必要がある。

ライト・サイエンス・テクノロジーズ社は、本稿で紹介したようなCEAソリューションを提供しているが、本稿著者の見解と結論は、必ずしも本誌と一致するものではない。

著者紹介

クレイグ・プライス (CRAIG PRICE) は、英国ダービーシャーを拠点に栽培用照明及びセンサソリューションを開発する、ライト・サイエンス・テクノロジーズ社 (Light Science Technologies : LST) のオペレーションズ・ディレクター。